

3. ハイブリッド・サイフォン排水装置

燃料消費を大幅に軽減し、高揚程を達成！

株式会社山辰組 ○馬淵 剛
馬淵 和三

1. はじめに

国土交通省の「大規模な河道閉塞（天然ダム）の危機管理のあり方（提言）」で、「ポンプ排水に要する大量の燃料消費を軽減することが可能な手法として、大容量排水技術（サイフォン等）についても開発・検討を進め、実用化の際にはその適用範囲を明確化すべきである。」を受け、弊社で開発した「呼び水式・サイフォン排水装置」は、平成24年度の本シンポジウムにおいてポスターセッション審査委員特別賞に選考していただいた。その後も改良を重ね、多様な現場条件にも対応可能なサイフォン排水装置として大きく進化させ、平成28年3月には国土交通省次世代社会インフラ用ロボット技術に認定していただいた。その後も幾つかのサイフォン新技術を開発し進化させたのでその成果と特長について報告する。

2. 新技術：「ハイブリッド・サイフォン」排水装置について

「ハイブリッド・サイフォン排水装置（以下、「ハイブリッド・S」と記す）」は天然ダム、砂防工事現場のように、高低差が大きい現場において、長期間にわたり常時排水を実施する際に、サクションホース、専用部材等を組み合わせて配管することで、サイフォンの作用による排水を可能にし、燃料費を大幅に縮減する装置である。

「ハイブリッド・S」の特徴として常時開口状態でサイフォンの作用による排水を可能であることが挙げられる。それを可能としたのが、サイフォン排水ホースの途中に水中ポンプ側とサイフォン吸水側の流れに任意に方向を切り替える機能を備えたY字状の注水合流部材「ワイ・ガッチャン」の開発である。Y字状の二股（2口）側を上流（淡水池側）に向け、二股の一方にサイフォン吸水ホースを連結し、他方に水中ポンプ注水ホースを連結する。そしてY字状の1口側を下流（吐出し口側）に向けてサ

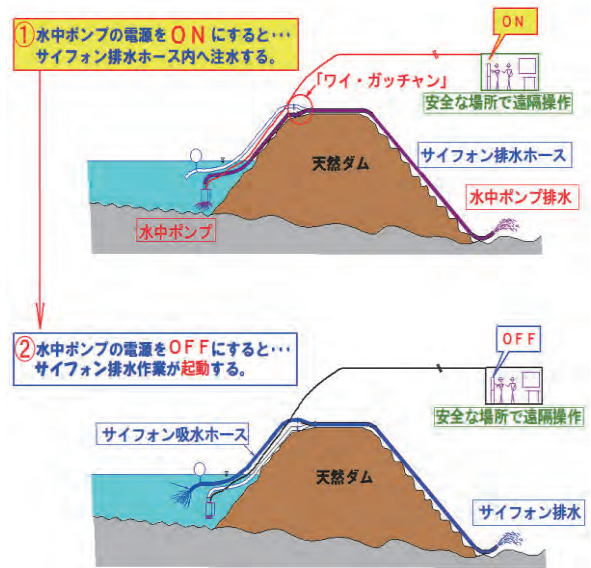


図-1 「ハイブリッド・S」の起動図

イフォン排水ホースを連結する。

「ハイブリッド・S」の設置が完了したら、水中ポンプの電源のON⇔OFFの操作だけで「水中ポンプ単独送水作業」⇔「サイフォン単独排水作業」⇔「サイフォン排水作業+水中ポンプ排水作業」の切り替えが可能であり、常時開口状態でサイフォンの作用による排水が可能となった。また、安全な場所から遠隔操作により排水方法の切替を行うことができることも本装置の特徴である。(図-1)。

3. 「ハイブリッド・S」の口径と作業性について

「ハイブリッド・S」の排水ホースの口径はΦ100mmとΦ200mmとなっている。大容量排水能力のあるΦ200mmハイブリッド・Sは、各部材の重さを考慮すると人力だけでは作業効率が伸びないため、運搬や設置作業には重機の併用が作業効率を向上させる。そのため、車両や重機が進入できる場所での大容量排水作業に適しているという

特長がある。

また、Φ100mmハイブリッド・Sの各部材は、進入路が無い場合、人力運搬が可能な重さの範囲で構成することを前提として開発したため、河道閉塞により生じた「天然ダム」や、老朽化した「ため池」などで、車両や重機が近づけない場所であっても、樹林を縫って人が通れるスペースさえ有れば、全ての機材を人力で運搬して排水作業を可能とした大きな特長を備えた技術となった。

4. 「水中ポンプ」と「ハイブリッド・S」の「燃料消費量」比率について

「水中ポンプ」と「ハイブリッド・S」の燃料消費量の比較を(表-1)に示す。なお「ハイブリッド・S」に計上されている燃費は1日2分間のポンプ送水を実施するための燃費であり、これは配管内に自然にたまる空気をポンプ送水で強制排水するためである。

燃料消費量の比較では、従来の水中ポンプの常時排水稼働に掛かる燃料消費量を「10,000」の比率とすると、サイフォン作用で稼働する場合は、わずか「7」の比率となり水中ポンプでの燃料消費量を「10,000 : 7」に軽減することができ、大幅な燃料消費の縮減を実現することが可能である。

表-1 水中ポンプとハイブリッド・Sの燃料消費量と温室効果ガス排出量の比較表

口径 = Φ150mm、各1台 24時間稼働として			
機種	水中ポンプ	ハイブリッド・S	
消費量	120ℓ/日	0.083ℓ/日	
軽油消費量	1ヶ月	3,600	2.5
	6ヶ月	21,600 ℓ	15.0 ℓ
	12ヶ月	43,200	30.0
ドラム缶	1ヶ月	18	0.013
	6ヶ月	108 本	0.078 本
	12ヶ月	216	0.156
金額	1ヶ月	450,000	311
	6ヶ月	2,700,000 円	1,875 円
	12ヶ月	5,400,000	3,750
二酸化炭素排出	排出量	2.644kg-CO ₂ /ℓ	2.644kg-CO ₂ /ℓ
	1ヶ月	9.500	0.007
	6ヶ月	57.100 tonに換算	0.042 tonに換算
	12ヶ月	114.200	0.084
比率	10,000	7	

軽油単価を125円/ℓで計算。

6. 老朽化した「防災重点ため池」の「事前放流」、 「低水位管理」にも役立つ「ハイブリッド・S」

「農林水産省は6月11日、自然災害で人的被害が生じる恐れがある「防災重点ため池」を新たな基準で再選定した結果、5月末時点で63,722カ所が対象となったと発表した。これまでの約11,000カ所から大幅に拡大し、農業用ため池の総数(166,638カ所)の4割弱を占めた。決壊を防ぐ補強や緊急連絡体制の整備といった対策を優先的に進める。(2019.6.12付け日本経済新聞より)」とあるように、ため池の防災意識が高まっている。

「ため池を改修したいが、取水施設が老朽化して、水を放流できない。」「湛水している水を抜くためには水中ポンプや発電機が必要だが搬入する道がない。」「水中ポンプ排水では膨大な燃料費を覚悟しなければならない。」などの課題に対して「ハイブリッド・S」を検討のもと、実際に現地へΦ100mmハイブリッド・Sを人力運搬で搬入して放流した実績がある。延長100m、水頭差11m、放流量2.2m³/minと同口径の水中ポンプの2倍以上の成果を上げ、燃料費は起動時の1分間だけであった。今後とも、燃料消費を軽減した「ハイブリッド・S」を、排水装置として多様な現場条件に対応可能な技術として伸ばしていきたい。(図-2)



謝辞：「ハイブリッド・S」の技術検証において、国土交通省中部技術事務所、越美山系砂防事務所、岐阜県など多大なご理解とご協力を賜りました関係機関の皆様から謝意を表します。